

GeoDataBase

Il GeoDB unico dell'Area Infrastrutture

m a p



Città
metropolitana
di Milano

Area Infrastrutture

Indice

Premessa	1
I vantaggi di un GeoDB	2
Integrazione tra dato amministrativo e geografico	
Solo strumenti open - source	3
Architettura del sistema	
La rete stradale della Città metropolitana di Milano	6
Le fonti	7
Fonti interne	
Fonti esterne	
Analisi critica delle fonti	
Realizzazione della base informativa relativa alla rete stradale	11
Le rotatorie	
Gli strati informativi correlati alla rete stradale	15
Metroponete: i ponti della Città metropolitana di Milano	
Le anomalie stradali	
Gli ambiti di manutenzione delle centrali operative per la manutenzione stradale	
I tratti in grafene	
Istruzioni operative per l'aggiornamento della rete stradale	19
Sviluppi futuri per la manutenzione del GeoDB della rete stradale	20
Come consultare e utilizzare la rete stradale della CMM	21
GEOServer: Servizi di Interfaccia standard per lo scambio di dati	
GEOServer da QGIS	
GEOServer: accesso manuale alla sezione "Data - Layer Preview"	
MAPStore	
Umap	

Premessa

Il documento descrive le specifiche tecniche, i dati contenuti, le modalità di gestione e le potenzialità del **Geo Database unico dell'Area Infrastrutture, con un focus sulla rete stradale della Città metropolitana di Milano**.

Un GeoDB è un database che raccoglie tutte le informazioni non solo alfanumeriche, ma anche geografiche, di oggetti fisici di interesse, come ad esempio la rete stradale, gli edifici, le rotatorie, ecc...

L'implementazione del GeoDB unico dell'Area Infrastrutture ha un ruolo strategico nel percorso di dematerializzazione e semplificazione dei processi operativi e decisionali, ed è stata già anticipata da due precedenti atti di alta valenza strategica della Città metropolitana di Milano:

- **“Metroponte”** (Decreto del Sindaco Metropolitano, RG 79/2019 del 16/05/2019): è stato il primo intervento strategico dell'Area Infrastrutture per il riordino, la semplificazione e la dematerializzazione degli interventi strutturali sui ponti. Le linee guida danno una visione organica dei ponti sui quali la CMM esercita le attività di tutela della strada. Con Metroponte si è dato il via ad un sistema trasparente, aperto alla consultazione, che permette a chiunque di conoscere e verificare le singole situazioni, i dati strutturali aggiornati in tempo reale, grazie anche all'utilizzo delle tecnologie in nostro possesso, come la fibra ottica e la sensoristica. Metroponte contiene il censimento completo dei manufatti, che a oggi sono 517;
- **“Strade metropolitane”** (Decreto Dirigenziale, RG 5876/2019 del 03/09/2019): è un documento che tratta la gestione virtuosa della manutenzione. Esperienza, innovazione ed informatizzazione sono le parole chiave di un lavoro di ampio respiro e di riconnessione di tutte quelle attività che confluiscono nella manutenzione delle strade. Presenta e sistematizza diversi aspetti: il lavoro della task force, Metroponte, il geodatabase unico della rete stradale, la mappatura delle anomalie del manto stradale, le sperimentazioni, la sicurezza stradale, la gestione della segnaletica e delle rotatorie, oltre al rinnovo dei capitolati di gara.

Entrambi i provvedimenti riconoscono certamente il valore strategico del dato geografico, ma soprattutto della sua organizzazione e armonizzazione nell'ambito dei diversi interventi di competenza dell'Ente, al fine di garantirne l'aggiornamento e la validità nel tempo.

Le competenze dell'Area Infrastrutture e dei suoi Settori riguardano oggetti fisici che sono rappresentabili in un modello geografico: infrastrutture stradali e ciclabili, edifici, cavidotti, impianti tecnologici.

La contestualizzazione territoriale di tali oggetti è fondamentale per l'implementazione di strumenti di supporto decisionale che consentano di passare da una modalità di lavoro costruito sull'urgenza ad una modalità di lavoro programmatica.

I vantaggi di un GeoDB

I procedimenti amministrativi e più in generale i processi dell'Area Infrastrutture e dei suoi Settori convergono su un aspetto: tutti trattano attività attribuibili ad oggetti fisici.

L'elemento minimo è rappresentato dalle entità fisiche (unità minime di informazione) a cui sono associati attributi di tipo alfanumerico e informazioni di tipo geografico.

L'implementazione di un GeoDB consente di creare relazioni di tipo spaziale tra le entità in esso contenute: strade, manufatti, rotatorie, edifici e le attività tecnico-amministrative ed essi relativi vengono standardizzati e calati in un modello geografico unico.

Questo permette di fare delle elaborazioni fondamentali per costruire strumenti di supporto alle decisioni (DSS – Decision Support System).

Con l'acquisizione dell'informazione spaziale, in particolare, **gli strumenti di supporto alle decisioni acquisiscono valore aggiunto** diventando Spatial Decision Support System che consentono analisi territoriali anche complesse ed elaborazioni in tempi rapidi di mappe tematiche, report e strati informativi derivati di utilità sia interna all'ente sia esterna.

Se questo documento si focalizza sulle elaborazioni che hanno consentito di definire ufficialmente la rete stradale della CMM, gli attributi e eventuali elementi geografici utili alla gestione delle strade e di competenza della CMM, occorre tenere presente che nel GeoDB stanno già confluendo relativi a complessi scolastici, rete della fibra ottica stesa dalla CMM.

L'implementazione di un GeoDB è la componente essenziale per avviare e mantenere vivi i principi di apertura e trasparenza dei dati e dei processi amministrativi, ritenuti strategici anche nel Piano Triennale dell'AGD 2019-2021.

L'implementazione di un GeoDB, infatti, consente, oltre alla riorganizzazione dei dati, anche la loro rappresentazione cartografica attraverso strumenti webgis: questo aspetto, oltre ad essere tecnicamente rilevante per valutazioni, anche complesse, da parte di professionisti sia interni alla CMM che esterni, incrementa la fruibilità e la leggibilità del dato da parte di chiunque.

Integrazione tra dato amministrativo e geografico

L'implementazione di un GeoDB si inserisce nel percorso di semplificazione e dematerializzazione in corso presso l'Area Infrastrutture, integrandosi con la Piattaforma INLINEA Infrastrutture.

INLINEA Infrastrutture è una piattaforma web di proprietà della CMM estremamente elastica, modulabile ed in continua evoluzione, in grado di poter essere customizzata per la gestione di qualsiasi procedimento, previa analisi e modellizzazione dei processi da dematerializzare.

INLINEA Infrastrutture è progettata con un layout grafico aderente alle Linee Guida del Design dei siti della Pubblica Amministrazione e di Accessibilità dell'AGID, consentirà di gestire i procedimenti trattati dall'Area Infrastrutture.

Con INLINEA Infrastruttura gli stakeholder dei processi, sia esterni sia interni, potranno accedere alla piattaforma e operare in base al ruolo attribuito loro. La piattaforma è strutturata per consentire l'integrazione tra un front office aperto agli utenti, pubblici e privati, e un back office che

rappresenta il cruscotto gestionale dei medesimi procedimenti la cui istruttoria è in carico alla Città metropolitana.

Il **GeoDB** di cui si tratta in questo documento è **nativamente integrabile con la piattaforma INLINEA**, questo consentirà di **“far dialogare” i dati amministrativi** raccolti con l'utilizzo di INLINEA Infrastrutture **e i dati geografici** del GeoDB, con tutti i vantaggi di carattere gestionale che ne deriveranno.

Grazie a questa integrazione, la dinamicità del GeoDB non è dunque data solo dall'aggiornamento degli attributi direttamente associati agli oggetti contenuti, ma anche dalla attività amministrativa ad essi correlata.

Solo strumenti open - source

L'AGID promuove ormai da tempo l'utilizzo di soluzioni opensource presso le P.A., al fine di consentire una riduzione delle spese per l'acquisto di licenze e delle relative manutenzioni.

Si stima che l'utilizzo di software open permetterebbe di tagliare il 70% delle spese software per le P.A., con un risparmio di 163 milioni (fonte: AGID). Già dal 2003, grazie alla “Direttiva Stanca” in materia di “Sviluppo ed utilizzazione dei programmi informatici da parte delle pubbliche amministrazioni” vennero definiti i vantaggi, i modi ed i criteri della soluzione open - source nelle P.A. ed in particolare:

1. criteri tecnici di comparazione: le Pubbliche Amministrazioni, nell'acquisto dei programmi informatici, devono privilegiare le soluzioni che assicurino l'interoperabilità e la cooperazione applicativa tra i diversi sistemi informatici della Pubblica Amministrazione, salvo che ricorrano peculiari ed eccezionali esigenze di sicurezza e di segreto;
2. rendere i sistemi informatici non dipendenti da un unico fornitore o da un'unica tecnologia proprietaria;
3. garantire la disponibilità del codice sorgente per l'ispezione e la tracciabilità da parte delle Pubbliche Amministrazioni;
4. esportare dati e documenti in più formati, di cui almeno uno di tipo aperto.

I punti 3 e 4 sono i più interessanti dal punto di vista informatico ed è proprio in ragione di questi che si è presa la decisione di adottare un sistema basato solo su tecnologie informatiche open - source.

La P.A. che intende avvalersi di tecnologie open, tuttavia, non azzera davvero i costi nel caso in cui debba esternalizzare la configurazione dei software e l'elaborazione dei dati.

L'Area Infrastrutture ha utilizzato per la configurazione del sistema e l'elaborazione dati solo personale interno: pertanto, i costi di realizzazione a carico della CMM sono stati pari a zero.

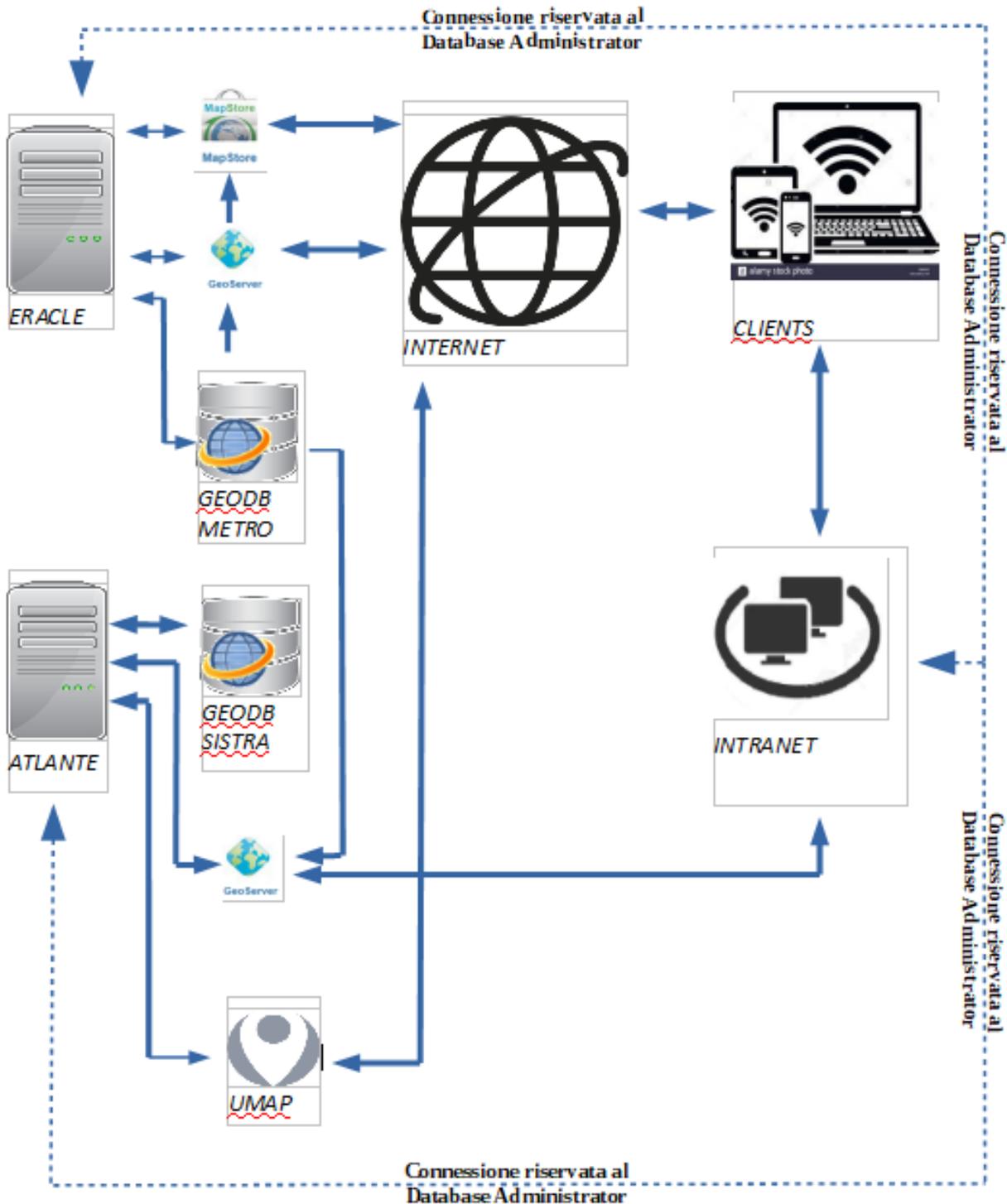
Architettura del sistema

Dal punto di vista hardware, il sistema implementato dall'Area Infrastrutture si basa sull'azione sinergica di due server già migrati in cloud denominati Eracle ed Atlante, mentre per quanto

riguarda la loro dotazione software su entrambe è installato il sistema operativo LINUX Ubuntu Server 64 bit ed il DBMS PostgreSQL.

Il servizio Web-Server è gestito da Apache-Tomcat (<http://tomcat.apache.org/>) su server ERACLE ed NGINX (<https://nginx.org>) su server ATLANTE. Di seguito verranno illustrate in modo più dettagliato le componenti propriamente GIS.

Tutti i componenti rappresentati nello schema sono descritti di seguito.





GeoServer è un'applicazione Open Source distribuita sotto licenza GPL per la gestione e la diffusione di dati geospaziali. GeoServer fornisce le funzionalità di base per creare infrastrutture di dati spaziali (SDI) interoperabili secondo gli standard modificati da Open Geospatial Consortium (OGC) e ISO Technical Committee 211 (ISO TC 211). Il progetto e lo sviluppo di GeoServer hanno inizio nel 2001 con la finalità di importare, gestire e distribuire dati geospaziali sia vettoriali (chiamati funzionalità di OGC) sia raster (chiamati copertura della griglia da OGC), nonché per creare e diffondere mappe georeferenziate ottenute sovrapponendo le versioni renderizzate dei dati in base allo stile e regole codificate secondo standard specifici. I membri dello staff di GeoSolutions (IT) (www.geo-solutions.it/) sono sviluppatori principali di GeoServer e membri del comitato direttivo del progetto.



MapStore è un framework webgis altamente modulare Open Source, anch'esso sviluppato da GeoSolutions (IT) per creare, gestire e condividere in modo sicuro, semplice ed intuitivo mappe ottenute sovrapponendo strati informativi raster utilizzati come sfondo immagine come Google Maps, OpenStreetMap, Bing e dati informativi raster/vettoriali di server che aderiscono agli standard OGC come WFS , CSW, WMS, WMTS e TMS, tra cui appunto il Geoserver.

MapStore mira ad essere sia un prodotto/servizio che un framework webgis. È un prodotto nel senso che può essere usato senza codifica per coprire le esigenze di un geoportale standard, tuttavia è anche un framework, nel senso che può essere usato come punto di partenza per costruire sofisticate applicazioni geospaziali.



PostgreSQL è un completo DBMS Open-Source ad oggetti rilasciato con licenza libera (stile Licenza BSD). Possiede caratteristiche uniche nel suo genere che lo pongono, per alcuni aspetti, all'avanguardia nel settore dei database, grazie anche allo sviluppo di estensioni specifiche per l'elaborazione ed analisi di dati spaziali quali PosGIS e Pgrouting. Il DBMS con le estensioni PostGIS e PgRouting è installato sui due server in gestione, per ragioni di sicurezza è raggiungibile direttamente solo da rete privata, ma distribuisce in modalità protetta, in sola lettura, i dati informativi geografici in area pubblica grazie al Geoserver.



PostGIS è un'estensione spaziale del database relazionale PostgreSQL creato da Refrations Research Inc, come progetto di ricerca tecnologica sul database spaziale. PostGIS è ora un progetto della Fondazione OSGeo. Il gruppo di sviluppo del progetto PostGIS intende supportare e migliorare PostGIS per supportare meglio una gamma di importanti funzionalità GIS nelle aree degli standard spaziali OpenGIS e SQL/MM, costrutti topologici avanzati (coperture, superfici, reti), origine dati per strumenti di interfaccia utente desktop per la visualizzazione e la modifica di dati GIS e strumenti di accesso basati sul web.



PgRouting estende il database geospaziale PostGIS/PostgreSQL per fornire funzionalità di analisi e soluzioni algoritmiche applicabili a tutti i dati vettoriali che si configurano come una rete, quali, appunto, reti stradali, tecnologiche, ecc. Tra le principali soluzioni spiccano il cammino minimo anche a più alternative, aree di isocosto e il classico “problema del commesso viaggiatore”.



UMAP è una piattaforma WEB che fornisce un’interfaccia grafica di semplice utilizzo per la creazione di mappe personalizzate online e la geolocalizzazione di dataset geografici appositamente creati o recuperati negli archivi Open Data. UMAP si basa su OpenStreetMap sia come riferimento cartografico sia come mission, ossia, creare una libera piattaforma comune per la produzione di cartografia partecipata.

La rete stradale della Città metropolitana di Milano

L’Area Infrastrutture si è concentrata sull’elaborazione di una rete stradale unica della CMM: ogni valutazione di tipo manutentivo, programmatorio e gestionale non poteva prescindere da una base univoca e formalizzata relativa alla rete stradale di competenza dell’Ente.

La crescente dinamicità del territorio della Città metropolitana, con attenzione particolare alle infrastrutture della rete di trasporto, impone una strategia efficace ed efficiente, oltre che a basso impatto economico, per offrire all’Ente ed al cittadino informazioni precise ed aggiornate.

Perciò, è stato necessario rispondere a criteri standard di qualità dei dati con particolare attenzione alla currency, che definisce la misura del grado di aggiornamento dell’informazione.

Operativamente, l’elaborazione dello strato informativo relativo alla rete stradale metropolitana si è articolato in tre fasi:

- individuazione delle fonti;
- realizzazione della base informativa aggiornata ed approvata al tempo del rilascio ($t=0$);
- processo di aggiornamento costante della base informativa ($t > 0$).

Le fonti

La definizione e l'elaborazione della base informativa completa di riferimento aggiornata ha rappresentato la fase più complessa e delicata del progetto.

L'attività preliminare di ricerca e catalogazione delle basi informative disponibili ha distinto inizialmente due grandi categorie di fonte dati:

- fonti interne;
- fonti esterne.

Fonti interne

La fonte interna utilizzata è stata la cover relativa alla cartografia denominata "Strade gestite dalla Città metropolitana di Milano".

In questa sezione rientra la base cartografica informativa a cura del Servizio "Programmazione infrastrutture e mobilità", sviluppata in ambiente Google Maps e visibile sul portale della Città metropolitana nella sezione "Applicazioni sperimentali" fino alla metà dell'anno 2019. La base cartografica è stata costantemente aggiornata dal 2014 al 2019.

Il valore della cartografia tematica "Strade gestite dalla città metropolitana di Milano" consiste proprio della definizione della rete stradale, suddivisa nelle seguenti sub-categorie:

- tipo strada = "**SP**" => "Strade classificate "provinciali" in base ad una delle leggi sottoelencate e per le quali i poteri e i compiti di ente proprietario della strada sono svolti dalla Città metropolitana di Milano in forza della L. 56/2014:
 - allegato F della L.2248/18965 oppure,
 - L. 126/1958 oppure,
 - art. 2 comma 5 del D. Lgs. 285/1992";
- tipo strada = "**SM**" (già categoria "SPT", termine divenuto obsoleto il 4 febbraio 2019) => "Strade prive di un provvedimento di classificazione amministrativa (quindi non "comunali", né "provinciali", né "regionali", né "statali") ma che vengono gestite dalla Città metropolitana di Milano in base a un atto di volontà del Consiglio metropolitano (o del Consiglio provinciale ante 2015)";
- tipo strada = "**SCC**" => "Strade un tempo provinciali, oggi classificate comunali dall'Autorità competente, ma che, per svariate ragioni, non sono ancora state consegnate al Comune";
- tipo strada = "**IC**" => "Itinerari ciclabili".

Fonti esterne

Le fonti esterne sono state a loro volta suddivise in due sotto-categorie: istituzionali regionali ed altre fonti.

Fonti istituzionali della Regione Lombardia: DBTR - database topografico regionale

Il Database Topografico Regionale (www.geoportale.regione.lombardia.it/stato-database-topografici) è una banca dati geografica costituita da diverse informazioni territoriali digitali che rappresentano e descrivono gli oggetti topografici del territorio e nel loro insieme rappresentano la cartografia di base.

I contenuti principali riguardano: strade, ferrovie, ponti, viadotti, gallerie, edifici e pertinenze, manufatti edilizi, corsi d'acqua naturali e artificiali, con relativi alvei, laghi, dighe, opere idrauliche, reti elettriche, cascate, altimetria, cave e discariche, coperture vegetali suddivise in boschi, pascoli, colture agricole, verde urbano, aree prive di vegetazione.

La scala di rilievo è molto dettagliata per le aree urbane (1:1.000 - 1:2.000) e di medio dettaglio per le aree extra urbane (1:5.000- 1:10.000).

Il DBTR è realizzato in collaborazione con gli enti locali per avere un riferimento cartografico unitario e omogeneo per tutti i comuni, le Province, la Regione e gli altri enti ed i professionisti, per organizzare un Sistema Informativo Territoriale (SIT) regionale, in cui confluiscono i dati tematici e i piani dei diversi enti e settori.

Il DBTR è la base idonea per la pianificazione comunale dei PGT e per altri strumenti di pianificazione. Inoltre, è il riferimento per tutte le elaborazioni cartografiche per chiunque debba presentare all'amministrazione pubblica elaborati progettuali.

Il DBTR al momento copre circa l'80% dei comuni lombardi: per completare la copertura conoscitiva del restante 20% del territorio è disponibile un database semplificato, con minore precisione e ridotto numero di informazioni.

La struttura dei dati, adeguata agli standard nazionali dell'Allegato 1 del d.p.C.m. 10 novembre 2011 "Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici", è stata definita con decreto n. 3870 del 7 maggio 2012, allegato B e successive modifiche ed integrazioni del 29 dicembre 2013.

Fonti istituzionali della Regione Lombardia: Stradenet - sistema informativo strade

Il Sistema Informativo Strade (www.stradenet.servizirl.it/stradenet/) di Regione Lombardia ha la funzione di migliorare:

- la conoscenza degli elementi caratterizzanti la rete stradale presente sul territorio regionale;
- la gestione delle procedure e dei finanziamenti relativi agli interventi programmati.

Si incardina su di un grafo di rete aggiornato, su cui si articolano differenti banche dati e applicativi, correlabili a quattro ambiti:

- gestione rete;
- gestione interventi;
- simulazioni;
- autorizzazioni.

Altre fonti: OSM - OpenStreetMap

OpenStreetMap è un progetto collaborativo finalizzato a creare mappe del mondo a contenuto libero. Il progetto punta ad una raccolta mondiale di dati geografici, con lo scopo principale della creazione di mappe e cartografie. La caratteristica fondamentale dei dati geografici presenti in OSM è che possiedono una licenza libera, la Open Database License: è cioè possibile utilizzarli liberamente per qualsiasi scopo con il solo vincolo di citare la fonte e usare la stessa licenza per eventuali lavori derivati dai dati di OSM. Tutti possono contribuire arricchendo o correggendo i dati.

OpenStreetMap è stato ispirato da siti come Wikipedia: la pagina in cui la mappa è consultabile espone in evidenza un'etichetta "Modifica" per procedere con la modifica dei dati ed il progetto è accompagnato da un archivio storico delle modifiche (cronologia e log). Gli utenti registrati possono caricare nei database del progetto tracce GPS e modificare i dati vettoriali usando gli editor forniti.

"OpenStreetMap è, ad oggi, il più grande e aggiornato database globale geospaziale, utilizzato nella stragrande maggioranza delle applicazioni per le quali la contestualizzazione geografica è rilevante", (Maria Antonia Brovelli, Professore di Sistemi informativi geografici al Politecnico di Milano - www.ilgiorno.it/milano/cronaca/mappe-libere-openstreetmap-1.4046186)

Il Politecnico è, infatti, da anni attivo su questo tema, principalmente sul fronte della validazione, per dimostrare come un dato collaborativo possa essere anche un dato di qualità.

Analisi critica delle fonti

La matrice SWOT è stata utilizzata per effettuare un'analisi critica delle fonti, evidenziandone i punti di forza (Strengths), le debolezze (Weaknesses), le opportunità (Opportunities) e le minacce (Threats). L'analisi SWOT ha fatto emergere con chiarezza i punti di forza delle diverse fonti utilizzate, che sono poi stati valorizzati nello sviluppo della nuova base cartografica della rete stradale della Città metropolitana di Milano.

Carta delle strade gestite dalla CMM

	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
fattori interni	PUNTI DI FORZA <ul style="list-style-type: none"> • informazioni aggiornate • interfaccia intuitiva ed efficace • portale web multiplatforma 	PUNTI DI DEBOLEZZA <ul style="list-style-type: none"> • un unico responsabile interno • il viewer dispone di strumenti di analisi limitati • precisione metrica e assenza di controllo topologico
fattori esterni	OPPORTUNITÀ condivisione rapida dei dati in rete	MINACCE dipendenza di Google e dalle sue politiche commerciali

DBTR

	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
fattori interni	PUNTI DI FORZA <ul style="list-style-type: none"> • informazione certificata ed istituzionale • documentazione completa • alta precisione metrica ed accuratezza semantica • libero accesso • supporto tecnico 	PUNTI DI DEBOLEZZA <ul style="list-style-type: none"> • aggiornamento • estensione Regione Lombardia (CMM confina anche con Piemonte) • controllo e validazione topologica delle reti
fattori esterni	OPPORTUNITÀ cartografia indispensabile per i PGT comunali	MINACCE nessuna

Stradenet

	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
fattori interni	PUNTI DI FORZA <ul style="list-style-type: none"> informazione certificata ed istituzionale documentata strumento specifico per la gestione della rete stradale interfaccia per l'aggiornamento online controllo e validazione topologica 	PUNTI DI DEBOLEZZA <ul style="list-style-type: none"> estensione Regione Lombardia (CMM confina anche con Piemonte) disallineamento con il DBTR precisione metrica
fattori esterni	OPPORTUNITÀ <ul style="list-style-type: none"> incentiva l'alfabetizzazione GIS nelle P.A. risponde alle richieste di AGID 	MINACCE nessuna

OSM

	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
fattori interni	PUNTI DI FORZA <ul style="list-style-type: none"> aggiornamento alta precisione metrica ed semantica accertata da POLIMI cartografia mondiale svincolata da limiti amministrativi opendata ed open - source unica nel suo genere: non ha concorrenti sul mercato 	PUNTI DI DEBOLEZZA <ul style="list-style-type: none"> informazione non certificata l'ente pubblico può partecipare all'aggiornamento ma deve sottostare alla mission di OSM. Il suo dato può essere quindi modificato da altri mappatori
fattori esterni	OPPORTUNITÀ <ul style="list-style-type: none"> sviluppo di sistemi A.I., APP e portali multiplatforma dedicati, utility per la validazione geosemantica dei dati immessi incentiva l'alfabetizzazione geocartografica e GIS funzione di aggregatore sociale rapida diffusione dello sfondo OSM anche in siti istituzionali 	MINACCE l'attività di aggiornamento è libera, personale, condivisa e volontaria, non vincolata da esigenze esterne e/o su richiesta

Realizzazione della base informativa relativa alla rete stradale

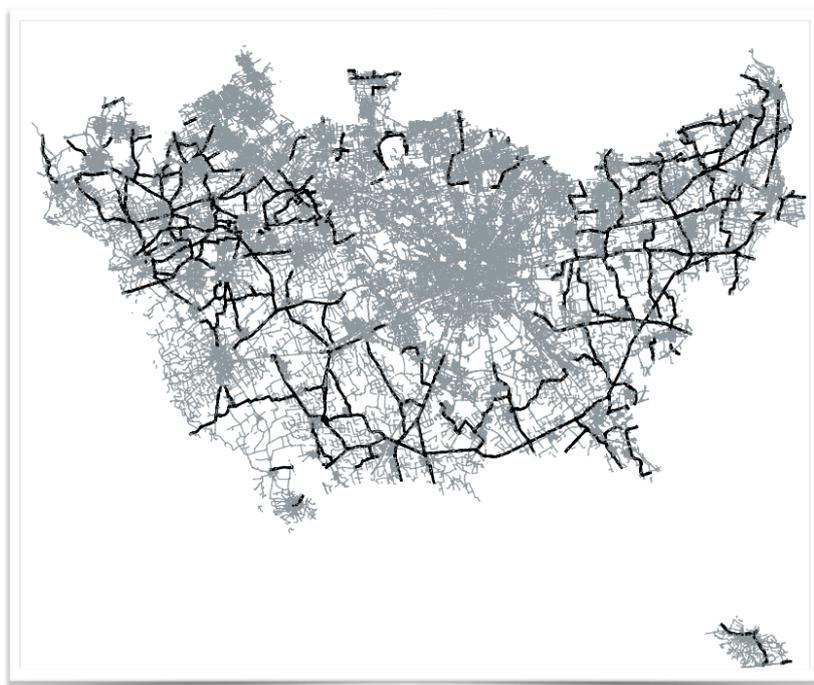
La nuova base cartografica è quindi la sintesi di quattro fonti e incorpora la genealogia di ciascun elemento, sia esso geometrico o propriamente informativo. Ogni item originale è stato appositamente rinominato aggiungendo ad esso un prefisso tale da identificare inequivocabilmente la sua provenienza:

- dbt_ <nome items originale> DB TOPOGRAFICO REGIONALE
- stn_ <nome items originale> STRADENET
- osm_ <nome items originale> OSM
- cmm_ <nome items originale> CARTOGRAFIA INTERNA di Città metropolitana di Milano

La rete stradale ottenuta dall'elaborazione dei dati di input ha una lunghezza, geometricamente calcolata, pari a **838 km** complessivi, di cui 45 km sono rotatorie.

L'output ottenuto a seguito dell'elaborazione ha le seguenti specifiche:

Nome	cmm_elemento_stradale
Archiviazione	PostgreSQL database with PostGIS extension
Commento	Rete stradale cover principale
Codifica	UTF-8
Geometria	Line (MultiLineStringZ)
SR	EPSG:32632 - WGS 84 / UTM zone 32N - Proiettato
Estensione	477383,5012656 : 543297,5053897
Unità	metri
Conteggio elementi	289.988



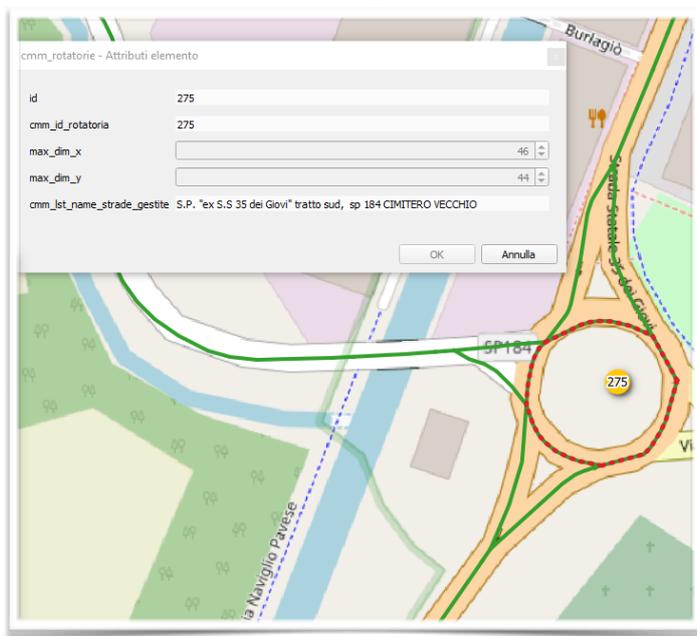
Tracciato record (cmm_elemento_stradale):

nome	descrizione
id	Identificativo unico gestito da DBMS
geom	Geometria Line (MultiLineStringZ) EPSG:32632 - WGS 84 / UTM zone 32N
dbt_uuid	Identificativo univoco DBT
dbt_md_posacc1	Accuratezza posizionale
dbt_md_upd_dt1	Validità temporale
dbt_upd_uuid	Identificativo univoco – Elemento stradale
dbt_tp_str_nom	Nome dell'elemento
dbt_el_str_ty	Tipo
dbt_el_str_cf	Classificazione
stn_objectid	Identificativo univoco StradeNet
stn_fid_arco	Identificativo univoco dell'arco di grafo
stn_tipoarco	Tipologia di arco di grafo
stn_tipologia	Tipologia di arco di percorso amministrativo
stn_nome	Nome esteso del percorso amministrativo
stn_cod_pe	Codice del percorso amministrativo
stn_gestore	Gestore del percorso amministrativo
stn_proprietar	Proprietario del percorso amministrativo.
stn_sede	Tipologia di sede della carreggiata dedotta dal DBTR
stn_largh	Classe di larghezza della carreggiata dedotta dal DBTR.
stn_senso	Numero di sensi di marcia della carreggiata
stn_carreggiat	Tipologia di carreggiata del percorso amministrativo.
stn_corsie	Numero di corsie della carreggiata.
stn_ton33	Arco percorribile da mezzi d'opera e veicoli ad uso speciale di massa complessiva fino a 33 t
stn_ton40	Arco percorribile da mezzi d'opera e veicoli ad uso speciale di massa complessiva fino a 40 t
stn_ton56	Arco percorribile da mezzi d'opera e veicoli ad uso speciale di massa complessiva fino a 56 t
stn_ton72	Arco percorribile da mezzi d'opera e veicoli ad uso speciale di massa complessiva fino a 72 t
stn_ton108	Arco percorribile da mezzi d'opera e veicoli ad uso speciale di massa complessiva fino a 108 t
stn_pali	Indica se l'arco è percorribile da veicoli per il trasporto dei pali per linee elettriche, telefoniche e di pubblica illuminazione.
stn_carri	Indica se l'arco è percorribile da veicoli per il trasporto di carri ferroviari di massa complessiva fino a 108 t, con limite di carico per asse di 13 t
stn_coils	Indica se l'arco è percorribile da veicoli per il trasporto di coils, laminati grezzi e blocchi di pietra naturale, di massa complessiva fino a 108 t, con limite di carico per asse di 13 t
stn_pre25x75	Indica se l'arco è percorribile da complessi veicolari per il trasporto di elementi prefabbricati compositi ed apparecchiature industriali complesse per l'edilizia con lunghezza fino a 25,00 metri e massa complessiva fino a 75 t

nome	descrizione
stn_pre25x108	Indica se l'arco è percorribile da complessi veicolari per il trasporto di elementi prefabbricati compositi ed apparecchiature industriali complesse per l'edilizia con lunghezza fino a 25,00 metri e massa complessiva fino a 108 t
stn_pre35x108	Indica se l'arco è percorribile da complessi veicolari per il trasporto di elementi prefabbricati compositi ed apparecchiature industriali complesse per l'edilizia con lunghezza fino a 35,00 metri e massa complessiva fino a 108 t
stn_divieto_t	Tratto con divieto di transito merci
stn_agricole	Tratto percorribile da mezzi agricoli
osm_osm_id	Identificativo univoco dell'elemento geometrico in OSM
osm_code	Codice OSM
osm_fclass	Classe OSM
osm_name	Nome assegnato all'elemento geometrico
osm_oneway	Strada a senso unico (S/N)
osm_maxspeed	Velocità massima km/h
osm_layer	Nome dello strato
osm_bridge	Tratto ponte
cmm_cod_cmm	Codice del percorso amministrativo di CMM derivato da R.L.
cmm_descr	Descrizione del tratto
cmm_km_inizio	Progressiva chilometrica inizio tratto
cmm_km_fine	Progressiva chilometrica fine tratto
cmm_shape_length	Lunghezza del tratto in m
cmm_id_rotatoria	Identificativo del tratto rotatoria relazionato al centroide rotatoria (cover cmm_rotatorie)
cmm_id_zona_co	Identificativo del codice zona assegnata ai centri operativi (case cantoniere)

Le rotatorie

La base cartografica risultante dal processo di sintesi è stata successivamente sottoposta a controllo topologico in ambiente PostGIS, tale operazione è stata necessaria per garantire la coerenza ai requisiti individuati nelle matrici SWOT.



In particolare tutte le rotatorie che interessano la rete di competenza CMM sono state codificate nella rete "cmm_elemento_stradale" come elementi lineari assegnando al campo "cmm_id_rotatoria" il codice enumerato progressivo della rotatoria.

Da questa codifica è derivata la cartografia specifica chiamata "cmm_rotatorie" con i centroidi delle rotatorie, le dimensioni massime sui due assi X;Y e la lista delle strade che a ciascuna rotatoria convergono.

Tracciato record (cmm_rotatorie):

nome	descrizione
id	Identificativo unico gestito da DBMS
geom	Geometria punti EPSG:32632 - WGS 84 / UTM zone 32N
cmm_id_rotatoria	Identificativo univoco del centroide della rotatorie
max_dim_x	Dimensione massima della rotatoria sull'asse x (valore espresso in metri)
max_dim_y	Dimensione massima della rotatoria sull'asse y (valore espresso in metri)

Gli strati informativi correlati alla rete stradale

L'elaborazione di una base stradale univoca per tutta la CMM consente di integrare dati territoriali fondamentali per la gestione nel tempo delle infrastrutture e per la programmazione degli interventi.

Di seguito sono descritti alcuni strati informativi che sono già stati acquisiti nel GeoDB unico dell'Area Infrastrutture.

Metroponete: i ponti della Città metropolitana di Milano

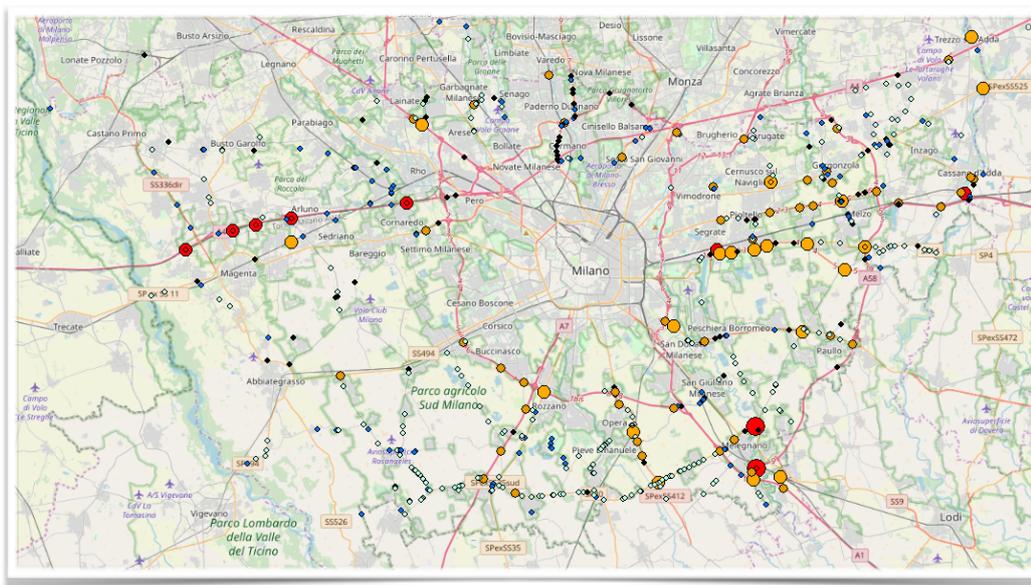
Il Decreto del Sindaco n. 79/2019 "Approvazione delle linee guida per la gestione dei ponti stradali della Città metropolitana di Milano: l'identificazione, la sorveglianza, l'ispezione, la valutazione di sicurezza (Metroponete)" istituisce un complesso piano di monitoraggio delle infrastrutture – ponti stradali della Città metropolitana.

L'obiettivo è dotare l'Ente di uno strumento cognitivo riguardante tutti i ponti in propria gestione e che possa alimentare i metodi e gli strumenti elettronici di modellizzazione per l'edilizia e le infrastrutture (cosiddetto "Building Information Modeling").

Metroponete definisce le istruzioni per la gestione dei ponti stradali della Città metropolitana di Milano, relative alla loro identificazione, sorveglianza, ispezione e valutazione di sicurezza, che descrivono in dettaglio le azioni relative al collaudo e al controllo statico e periodico dei ponti, nonché le indicazioni per svolgere il censimento e la realizzazione di un database centralizzato.

Questo database è aperto alla pubblica consultazione e facilmente integrabile e aggiornabile, per l'archiviazione e la reperibilità dei dati e dei documenti relativi ai ponti che interessano le strade sulle quali la Città metropolitana di Milano esercita le attività di "tutela della strada" (come definita dal titolo II del D. Lgs. 285/1992 e ss. mm. e ii. "Codice della strada").

Il database centralizzato Metroponete contiene i dati del censimento dei 517 ponti stradali della Città metropolitana di Milano con ampiezza maggiore dei 3 metri e interagirà con l'Archivio Informatico Nazionale delle Opere Pubbliche (AINOP) istituito presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (L. 130/2018).



Le anomalie stradali

La Città metropolitana di Milano ha attuato un **progetto sperimentale per il censimento e l'analisi delle anomalie delle strade di competenza dell'Ente** (ad esempio buche, screpolature, giunti e tombini non a livello). Tale progetto sperimentale prevede che si installino degli strumenti per la misurazione automatica delle anomalie della strada sulle auto di servizio. Lo scopo è di automatizzare i processi e i costi di lavorazione indispensabili per la manutenzione ordinaria del manto stradale, analizzando e indicando velocemente, in modo predittivo, dove sia più utile ed importante effettuare un intervento immediato di manutenzione. Il geodatabase delle infrastrutture dell'ente avrà tutte le informazioni relative allo stato di "distress" superficiale delle pavimentazioni stradali, aggiornate in tempo reale. Queste informazioni, rappresentate in mappa, evidenziano le priorità in base all'oggettività degli interventi da effettuare e si rendono indispensabili per un'efficace programmazione della manutenzione.

Tale sperimentazione prevede il **rilevamento delle anomalie superficiali del manto stradale attraverso due sensori GPS e accelerometro posizionati nelle autovetture dell'Ente**: le anomalie vengono mappate in tempo reale su una piattaforma GIS web situata nel cloud, dove sono evidenziate le severità dei dissesti riscontrati.

Si sfruttano le autovetture di servizio per ottenere una rilevazione costante e automatica dei tracciati stradali nella usuale prassi lavorativa. La ripetitività delle rilevazioni rende attendibili i dati acquisiti. Sulla piattaforma sono registrate e mappate solo le anomalie del manto ritenute potenzialmente attendibili, infatti un algoritmo di calcolo esclude tutte le misurazioni non affidabili.

Gli operatori che gestiscono la manutenzione stradale si collegano alla mappa e visualizzano tutte le anomalie del manto stradale rilevate e classificate secondo 4 livelli di gravità crescente:

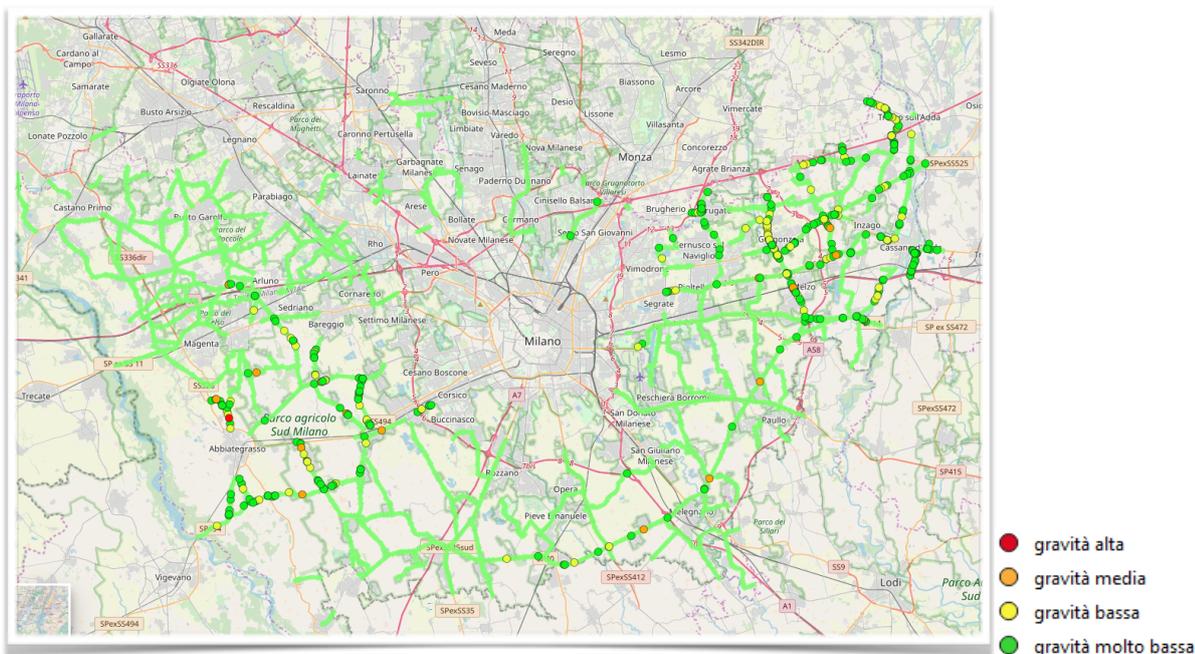
- verde (molto bassa),
- giallo (bassa),
- arancione (media),
- rosso (alta).

È possibile interrogare tutte le rilevazioni effettuate per conoscere la posizione GPS, la velocità e la direzione di marcia con cui è stata effettuata la misura e la criticità dell'anomalia del manto stradale. Se in quella data posizione esiste già una rilevazione, viene consolidata unendo i vecchi dati con i nuovi dati.

A ottobre 2019 si è conclusa la fase sperimentale e si sta valutando l'utilità di tale servizio per il monitoraggio a lungo termine delle strade in carico alla CMM.

Il risultato del monitoraggio (da luglio a ottobre) si è svolto attraverso due sensori posizionati su due vetture dei cantonieri. In quell'arco temporale sono stati **analizzati 270km di strade** e sono state rilevate 431 anomalie del manto stradale aventi una gravità così distribuita:

- 1 anomalia con gravità alta,
- 28 anomalie con gravità media,
- 291 anomalie con gravità bassa,
- 111 anomalie con gravità molto bassa.



Gli ambiti di manutenzione delle centrali operative per la manutenzione stradale

Ad oggi la manutenzione delle strade è organizzata su base geografica: la suddivisione tra due grandi comparti, zona Est e zona Ovest, con all'interno 5/6 squadre complete ha nell'area territoriale e nel chilometraggio lo scheletro organizzativo.

Se fino a questo momento la suddivisione territoriale delle centrali operative è stata rappresentata graficamente o in modalità tabellare, nel momento in cui la CMM si dota formalmente di una rete stradale è possibile localizzare geograficamente gli ambiti di competenza di ciascuna centrale operativa: questo vuol dire dare il via all'utilizzo di strumenti di geolocalizzazione per il monitoraggio degli interventi di manutenzione, costruendo le basi per fare delle valutazioni di tipo statistico sui tratti stradali a maggiore criticità e programmare azioni di intervento opportune.

I tratti in grafene

La Città metropolitana di Milano è sempre alla ricerca di soluzioni innovative che possano incrementare le performance della pavimentazione stradale per offrire ai cittadini delle strade più efficienti, sicure, eco-sostenibili e diminuire i costi di manutenzione per la Pubblica Amministrazione.

La Città metropolitana di Milano, firmando un accordo con Iterchimica, ha realizzato una **sperimentazione**, avviata anche dalla Città metropolitana di Roma Capitale, in cui è stata realizzata la prima strada al mondo con un **additivo dell'asfalto a base di grafene altamente performante ed eco-compatibile, in grado di rendere le pavimentazioni stradali più resilienti e durature.**

La Città metropolitana di Milano ha deciso di attivare su tratti di strada di propria competenza dell'Ente una sperimentazione analoga, in collaborazione con una università del territorio metropolitano.

In base alla letteratura esistente e alle sperimentazioni di laboratorio, le performance sono le seguenti:

- miglioramento della resistenza alle fessurazioni (stima della resistenza aumentata sino al 35%);
- tendenza ad una minor deformazione plastica (stimato sino al 46% in meno a 40°C);
- riduzione della formazione di ormaie per transiti di mezzi pesanti (stimato sino al 35% in meno per temperature superficiali fino a 60°C);
- aumento della vita utile (stimato sino al 250%);
- possibilità di utilizzo nell'ambito di conglomerati riciclati;
- possibilità di riciclo all'interno di nuovi conglomerati una volta giunto a fine vita.

I tratti interessati dalla sperimentazione sono stati due:

- settembre 2019: S.P. ex S.S. 35 "dei Giovi" c.d. Milano Meda in direzione Milano (450m);
- ottobre 2019: S.P. 40.in Comune di Lacchiarella, lungo la corsia direzione Melegnano (600m)

I tratti in grafene sono già stati acquisiti nel GeoDB, in modo da poter avere la loro localizzazione sulla rete stradale e monitorare nel tempo gli interventi di manutenzione che li interesseranno.

Istruzioni operative per l'aggiornamento della rete stradale

Il D.P.R. 16.12.1992, n. 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada) regola la procedura di passaggio di proprietà (consegna e declassifica) tra Enti proprietari delle strade.

Le strade su cui ha competenza la CMM pertanto variano e perciò è necessario fare in modo che la rete stradale della CMM sia sempre aggiornata.

La gestione della "consegna" e "declassifica" dei tratti di rete è eseguita nel portale Mapstore con l'uso dello strumento "annotazioni". Per consentire un uso distribuito della risorsa online a più soggetti è stato creato un utente ad hoc chiamato mappatore (dotato di relativa password).

Dopo il login, l'utente mappatore accede alla mappa predefinita in homepage, procede all'identificazione in pianta della tratta di SP oggetto del passaggio di competenze, attiva quindi la procedura "annotazioni" selezionandola dal menù "comandi" a destra di Mapstore.

Per la **gestione delle annotazioni** sono state adottate le seguenti specifiche tecniche:

- Nel Titolo va riportata la delibera o il protocollo per esteso
- Nella Descrizione vanno, invece, definiti nell'ordine:
 - CLASSIFICA o CONSEGNA
 - COMUNE DI:<Nome del Comune>
 - DATA: <la data dell'atto>
 - SP: <nome della strada>
 - Dal km <progressiva inizio>
 - Al km <progressiva fine>

L'annotazione è definita completa solo se titolo, descrizione e geometria sono stati salvati correttamente.

La geometria scelta dovrà essere linea, come da esempio:



N.B. Prima di procedere al logout, il mappatore deve salvare la mappa.

Sviluppi futuri per la manutenzione del GeoDB della rete stradale

Il processo di archiviazione delle informazioni relative agli oggetti presenti nel GeoDB deve essere col tempo integrato nell'ambito della piattaforma INLINEA Infrastrutture.

Grazie alla tecnologie comune esistente tra la piattaforme geografiche e INLINEA sarà possibile **rafforzare il legame tra dato geografico ed amministrativo.**

Possibili sviluppi futuri riguarderanno lo sviluppo di un applicativo web nell'ambito di INLINEA Infrastrutture che consenta al personale della CMM di inserire i dati degli interventi di manutenzione svolti attraverso dispositivi mobili con geolocalizzazione automatica degli interventi.

In generale si dovrà codificare una procedura tramite applicativo web che consenta di gestire agevolmente la dinamicità dei dati indotti dalla gestione della rete stradale.

Come consultare e utilizzare la rete stradale della CMM

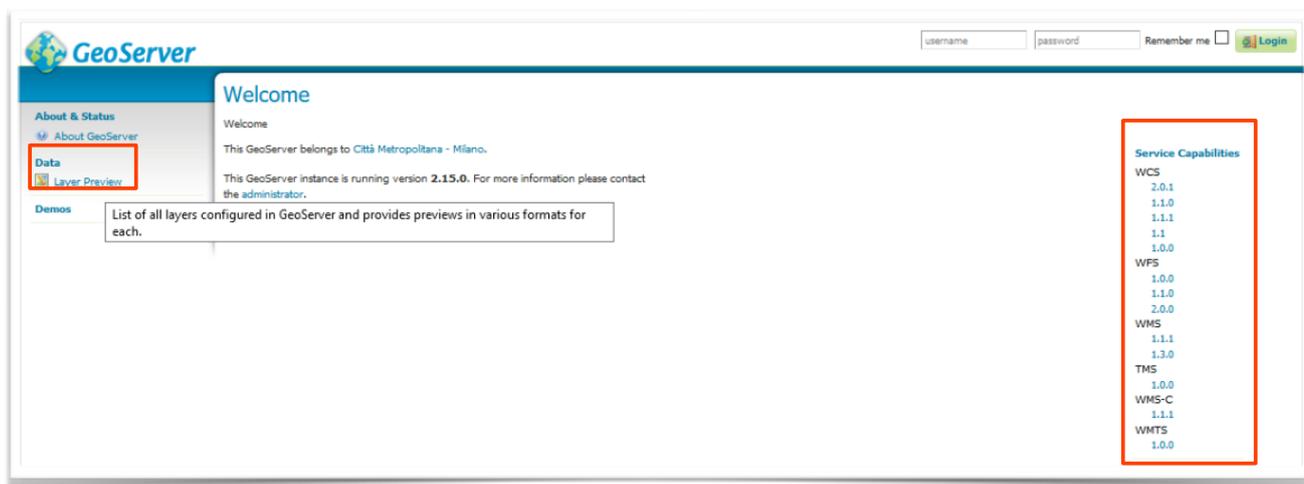
GeoServer: Servizi di Interfaccia standard per lo scambio di dati

GeoServer è un'applicazione open - source distribuita sotto licenza GPL per la gestione e la diffusione di dati geospaziali, fornisce le funzionalità di base per creare infrastrutture di dati spaziali (SDI) interoperabili secondo gli standard modificati da Open Geospatial Consortium (OGC) e ISO Technical Committee 211 (ISO TC 211).

La Direttiva Europea istituisce “L’infrastruttura per l’informazione territoriale nella Comunità Europea - INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe)” ed è stata recepita dal D.Lgs. n. 32/2010. Attraverso l’utilizzo del GeoServer, con l’adozione di tutti i suoi standard, sono state recepite ed applicate le normative previste, con la finalità di promuovere l’armonizzazione, la diffusione ed un uso più ampio dei dati geografici.

Una volta entrati in GeoServer (<https://inlinea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it/geoserver>) è possibile selezionare ed utilizzare uno dei diversi service disponibili, a seconda delle necessità e delle caratteristiche tecniche, come di seguito illustrate.

Tali service possono essere visualizzati sia all'interno del viewer web Mapstore, sia utilizzando i più comuni strumenti desktop GIS che supportano gli standard WMS e WFS, quali ad esempio: QGIS, ArcGIS desktop, Google Earth, etc.



WCS

Web Coverage Service (WCS) è uno standard Open Geospatial Consortium che definisce un'interfaccia per lo scambio dei dati geospaziali sul web. WCS fornisce i dati disponibili insieme alle loro descrizioni; permette richieste complesse e restituisce i dati e i metadati di origine. Questo servizio è l'alternativa al Web Feature Service (WFS), che restituisce i dati vettoriali, e al Web Map Service (WMS) che produce una immagine digitale.

<https://inlinea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it/geoserver/wcs>

WFS

L'interfaccia Standard OGC Web Feature Service (WFS) permette la richiesta e l'importazione da parte di un client di oggetti geografici attraverso il Web, usando chiamate indipendenti dalla piattaforma. La codifica standard è il GML, basata su XML, ma anche altri formati, quali lo Shapefile, possono essere usati per il trasporto delle informazioni.

<https://in linea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it/geoserver/wfs>

WMS

Per Web Map Service (WMS) s'intende una specifica tecnica definita dall'OGC, che produce dinamicamente mappe di dati spazialmente riferiti a partire da informazioni geografiche. Questo standard internazionale definisce una "mappa" come rappresentazione di informazioni geografiche restituendo una mosaicatura di immagini digitali in diversi formati immagine adatti ad essere visualizzati su browser web.

<https://in linea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it/geoserver/wms>

TMS

Tile Map Service o TMS, è una specifica per le mappe web, sviluppata dalla Open Source Geospatial Foundation. Il servizio TMS fornisce l'accesso a risorse cartografiche mediante tasselli o tiles; rispetto al WMS garantisce una maggiore velocità di visualizzazione delle mappe in applicativi web.

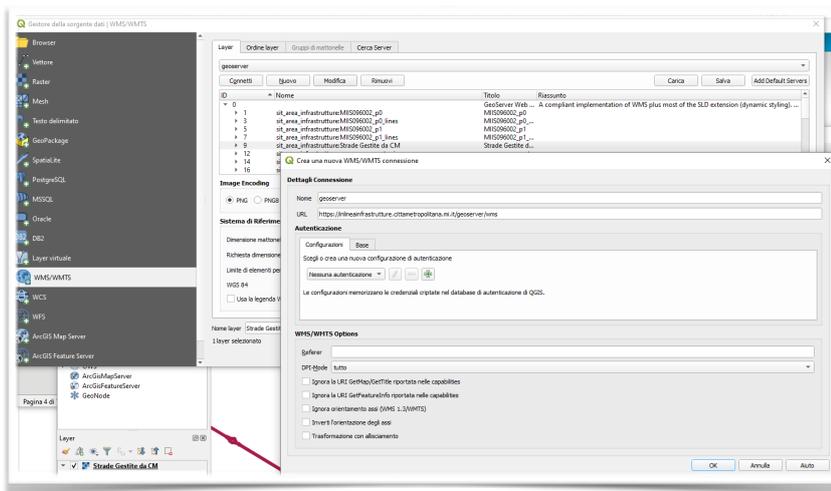
<https://in linea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it/geoserver/gwc/service/tms/1.0.0>

WMTS

Un Web Map Tile Service (WMTS) è un protocollo standard per fornire servizi di pubblicazione di mappe a tasselli georiferiti su Internet.

<https://in linea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it:443/geoserver/gwc/service/wmts>

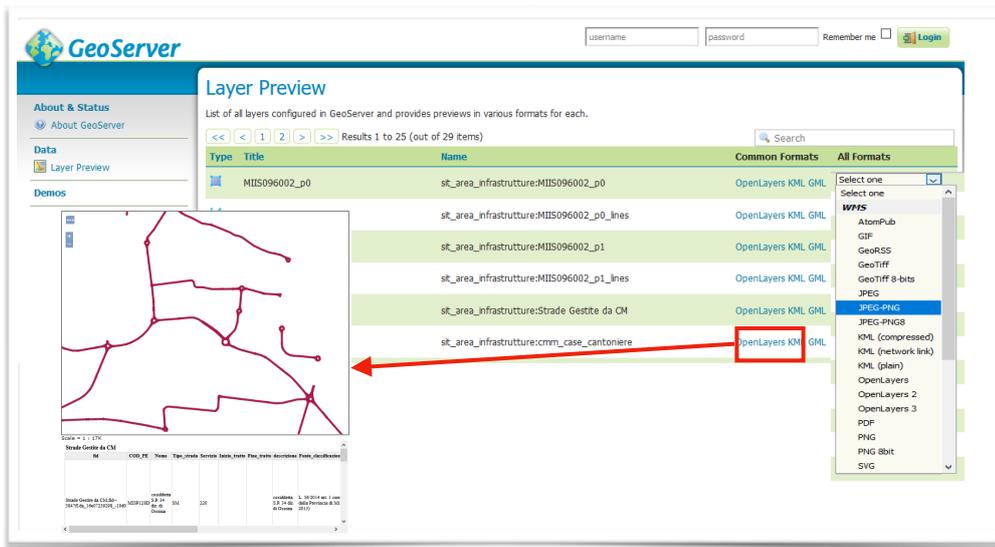
GEOServer da QGIS



Ogni strato informativo presente in GEOServer può essere caricato in QGIS. Occorre sapere che gli strati sono distribuiti in modalità sola lettura e georeferenziati con sistema di riferimento EPSG:4326 – WGS 84 – Geografico. Per poter accedere occorre selezionare Layer → Aggiungi Layer WMS/WMTS. Nel pannello (v. fig.) andrà configurata la nuova connessione assegnando un nome (ad es. “geoserver_cm”)

ed alla voce URL va inserito il link della risorsa (<https://in linea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it/geoserver/wms>), quindi va selezionato “connetti”.

GEOServer: accesso manuale alla sezione “Data - Layer Preview”



In questa sezione è possibile la ricerca degli strati informativi per parole chiave, avere una semplice vista interattiva e procedere al download diretto in più formati di interscambio.

MAPStore

Il link <https://in linea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it/mapstore> per accedere a MapStore è libero ed è attivo sia in area pubblica sia privata.

Umap

<http://in linea4infrastrutture.cittametropolitana.mi.it:8000>